

鶴田ダム貯水池の水環境予測
～観光資源としての有効な利活用を目指して～

鹿児島大学学術研究院・理工学域・工学系 安達 貴浩

鹿児島大学大学院・理工学研究科 小橋 乃子

鶴田ダム貯水池の水環境予測 ～観光資源としての有効な利活用を目指して～

安達貴浩・小橋乃子

1. 本研究の目的

川内川流域では平成18年7月、記録的な豪雨によりこれまでにない大きな被害を受けた。この被害を受け、川内川中流域に存在する鶴田ダムでは洪水による被害を軽減する目的で、放流管を現在より低い位置に増設し、洪水調節容量を拡張する再開発事業が実施されている。再開発事業完了後は洪水調節容量を確保するため夏季の水位を約10m低下させることになっており、水質など水環境に何らかの影響を及ぼすことが予想されている。一方、鶴田ダム貯水池である大鶴湖では、これまでにアオコの発生など、種々の富栄養化問題が報告されているが、大鶴湖の水質を改善し観光の活性化等に役立てたいというニーズは根強い。このため、これまで曝気装置の設置や流入河川の負荷軽減対策が実施されてきたが、未だ問題解決には至っていない。

このような状況にある大鶴湖において、将来的にわたりダム湖の利活用を実現するためには、水環境の予測を適切に行うこと、さらに他水域での取り組み等を参考に、より具体的な将来像を検討することが重要と考えられる。このため、本研究ではまず大鶴湖において定期的に現地調査を行い、現状の水環境を把握するとともに、水位の変化が植物プランクトンの増殖に及ぼす影響について検討を行った。次に、関係者へのヒアリングや既往の文献調査を通じて、大鶴湖の将来のあり方について考察した。

2. 大鶴湖水質形成機構ならびに再開発後の水質予測

(1) 現地観測の概要

2014年6月以降、月1~2回のペースで現地観測を実施した。具体的には図-1に示すK1~K8の地点で、水温、DO、濁度の鉛直分布を計測し、更に有機物（溶存態、懸濁態）、栄養塩（三態窒素、リン酸、シリカ、TN、TP、DON、DOP）、Chl-aの分析を行った。また、2015年5月末からは連続データを取得するためにクロロフィル濁度計をK8近傍の水面下1m地点に設置した。

(2) 大鶴湖における植物プランクトンの増殖特性

まず始めに、大鶴湖における空間的な植物プランクトンの増殖特性を調べた。なお、透明度の低い大鶴湖では表層でChl-aのピークが出ること、水温躍層が発

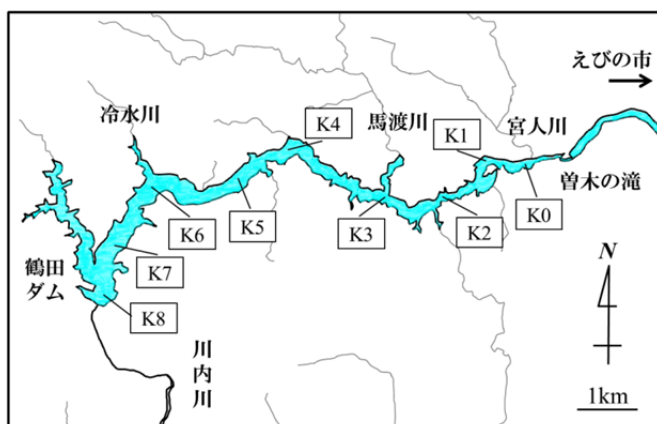


図-1 大鶴湖の観測地点

達する夏季では上流から供給される栄養塩が植物プランクトン (Chl-a) の増殖に寄与している可能性が高いこと、また、その制限因子はリンであることが、これまでの研究で明らかになっている。このため、表層のChl-aとDIPの空間分布について調べた。一例として、2015/7/28の結果を見ると(図-2)、K3~K8にかけてDIPの減少とともに植物プランクトン

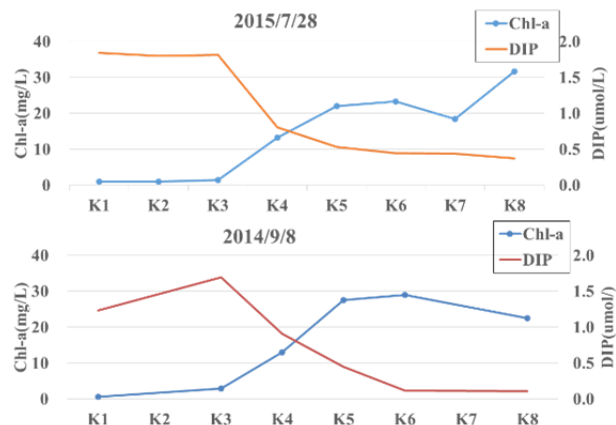


図-2 代表的な表層Chl-a量の空間的変化

(Chl-a)が増殖していることが分かる。下流側においてもDIPは枯渇しておらず、日射等の条件が変化しなければこの後も継続的に植物プランクトンが増殖するものと推察される。一方、2014/9/8の結果を見るとK6-K8にかけてDIPが枯渇しており、既にK8地点の植物プランクトン (Chl-a) は増殖出来ない状況にあったと考えられる。このように、非定常に変化する植物プランクトン (Chl-a) の動態を明らかにするため、K8近傍に設置したクロロフィル濁度計から換算したChl-aと全天日射量、湖水の3日回転率をそれぞれ比較した。こ

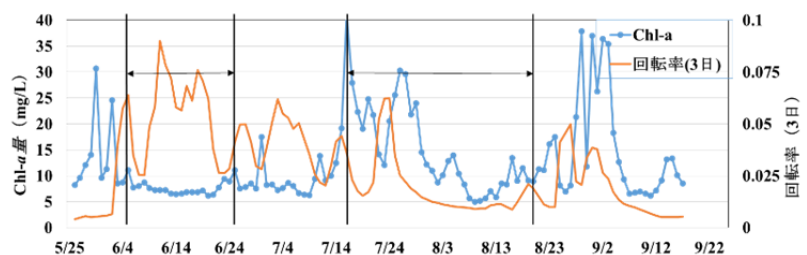


図-3 Chl-aと3日回転率の経時変化

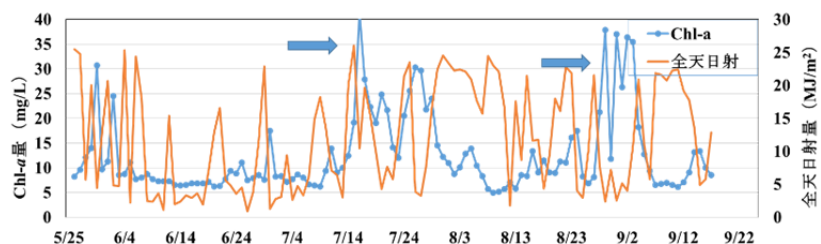


図-4 Chl-aと全天日射量の経時変化

こでの3日回転率とは、当日を含む前3日間の流入量と放流量の和を、3日間の平均有効貯水容量で除した値である。図-3を見ると回転率が比較的小さい場合のみ植物プランクトン (Chl-a) の増殖が見られること、Chl-aが高い状態で回転率が上がるとChl-aは急激に低下することが分かる。このように、湖水の回転率がChl-aに与える影響は大きいものの、回転率とChl-aの値に一定の関係は見られず、所定の回転率以下になることが植物プランクトン (Chl-a) が増殖するための前提条件となっていると考えられた。また、図-4に示す全天日射との関係を見ると、全天日射が高い値を示した後にChl-aが高くなっていることが多く、植物プランクトンの増殖に適した条件が整ってから実際にChl-aが増加するまでに、1日から数日程度のラグがあることが考えられる。

(3) 植物プランクトン増殖の定量的評価

上記で述べた特徴を定量的に評価するため、K8表層のChl-aと、水温、全天日射量、回転率との関係を調べたところ(図示省略)、いずれもばらつきが大きく明確な関係性が見られなかった。そこで、上述の結果を踏まえ、回転率(3日)および前日全天日射量に範囲を設け、 $0.007 < \text{回転率} < 0.02$ 、前日全天日射量: 1以上、に一致する範囲内でのChl-aと水温の関係を調べたこ

表-1 2014/11/10と2015/4/14における各項目の比較

K8	Chl-a (mg/L)	水温(°C)	前日日射量(MJ/m ²)	流入量+放流量(m ³ /min)	3日間換算回転率	標高水位(m)
2014/11/10	11.0	16.9	4.2	80.8	0.019	119.1
2015/4/14	12.9	17.6	7.0	84.2	0.011	131.8

ろ、K8表層のChl-aは概ね水温によって説明できることが分かった(図-5)。なお、回転率が低すぎる場合には、大鶴湖最下流端に位置するK8に到達する前に栄養塩が枯渇してしまい、結果的に、K8の植物プランクトン(Chl-a)が抑制されていると考えられる。

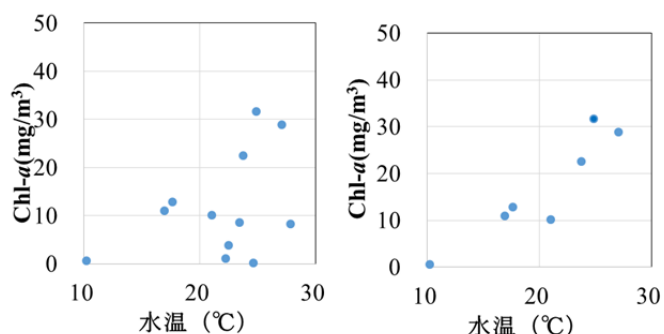


図-5 K8表層におけるChl-aと水温の関係(左)および回転率条件下Chl-aと水温の関係(右)

(4) 水位変動による環境の変化

以上のように、大鶴湖における定性的な植物プランクトン(Chl-a)の変動特性が明らかになったことから、次に水位の変動が植物プランクトンの増殖に及ぼす影響を検討した。複数の観測結果から、水位以外の条件が類似している結果を抽出し(2014年11月10日、貯水位119m)、(2015年4月14日、貯水位131m)、両者の比較を行った(表1)。この表を見ると、やや日射量に差はあるものの比較的条件は一致しているものと言える。両者のChl-aの分布(図-6)を比較すると、水位の高い2015年4月14日の結果ではK4以降で増加しているのに対し、水位の低い2014年11月10日の結果では、K7以降のダム堤体付近でのみChl-aが増加していることが分かる。

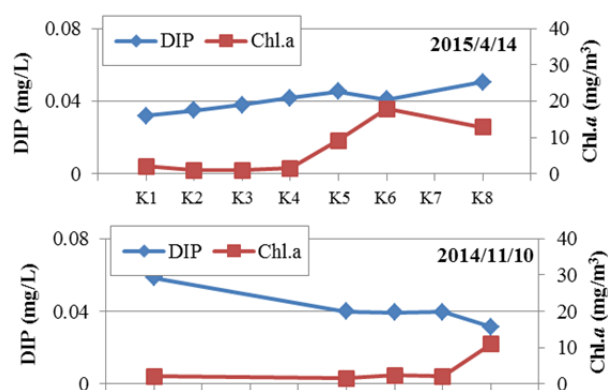


図-6 Chl-aの空間変化(2014/11/10と2015/4/14)

また、水位が高いときの観測結果で、K8のChl-aだけが高くなることはないため、このような観測結果が得られたのは水位低下の影響であると考えられる。以上のように、気象条件等が同じであれば、水位の低下は有効貯水量の減少による回転率の増加と、植物プランクトンの増殖領域の減少を意味するため、植物プランクトンの増殖は抑えられやすく、ダム湖全体での淡水赤潮の発生などは生じにくいものと推察される。

(5) まとめ

以上の検討により、大鶴湖における植物プランクトンの増殖特性が定性的に明らかとなった。その結果を踏まえると、気象条件などが同程度であれば、ダムの水位が現在より低く運用される再開発事業後の方が植物プランクトンの増殖は抑制されるものと推察される。

3. ダム湖利活用について

(1) 大鶴湖の利活用の状況

全国のダム湖を対象に実施された「河川水辺の国勢調査結果〔ダム湖版〕(ダム湖利用実態調

査編)」を参考に、その利活用状況について整理した。以下に大鶴湖の利活用の特徴をまとめる。

- 1) 平成21年度の大鶴湖利用者数は、調査対象ダム貯水池の中で第13位であり(利用者数は214,758名)、大鶴湖の利用者数は、全国的にも決して少ない方ではない(図-7)。
- 2) 鶴田ダムにおける最も多い利用形態は「散策」であり(95.1%)、ダム湖の散策に限定した利用者数で見ると、調査ダム107の内、第3位であった。
- 3) 河川水辺の国勢調査結果の記述を参考にすると、利用者の多いダムの特徴は、①比較的大きな都市からのアクセスが容易、②周辺の公園や観光スポットと一体となっている、③施設が充実している、の3つに大きく分類されるが、鶴田ダム周辺のレジャー施設が充実しているとは考えにくい。また、人口約60万人の鹿児島市からは自動車でも1時間30分程度であるが、高速道路等は利用できず、必ずしもアクセスが容易とは言えない。これらを考慮に入れると、上記の理由の内、②によって、ダム湖利用者が多いと判断される。事実、鶴田ダム堤体から約9km上流に「九州のナイアガラ」と呼ばれる曾木の滝があり、その周辺には曾木の滝公園、曾木の滝水力発電所等が存在する。曾木の滝はダム湖上流端に位置していることから、ダム湖上流周辺域は、曾木の滝と一体化して格好の散策コースになっていると考えられる。
- 4) ダム湖利用実態調査は3年毎に実施されているが、平成15年度まで、ダム湖の年間利用者数は、増加傾向にあったが、平成18年度に激減している。その理由として、平成18年7月豪雨による、曾木の滝や周辺道路の被災の影響が考えられる。平成18年度から21年度にかけてダム湖利用者は、再び回復傾向にあるが、ピーク時の利用者数には回復していない(図-8)。

(2) 大鶴湖の今後の利活用についての考察

上述したように、平成18年7月豪雨によってダム湖利用者は激減したが、その後、回復傾向にある。利用形態を見ると、「散策」については、調査結果のある最後の平成21年度において、最も利用者数が増えている。年毎に変動が大きいため解釈は難しいが、平成12年度までとそれ以降とで利用者数が減少していると考えられる項目は、利用形態では「釣り」、利用場所では「湖面」であった(ちなみに、大鶴湖はヘラブナ釣りのメッカとも呼ばれている)(図-9)。このような結果から判断すると、大鶴湖の水環境の悪化や外来種の移入によって魚類生息数が減少し、「湖面」での「釣り」を楽しむ人が減少している可能性を指摘することができる。上述したように、ダム再開発事業後は、大鶴湖のプランクトンの増殖は抑制されると推察されるが、湖底から湖面に上

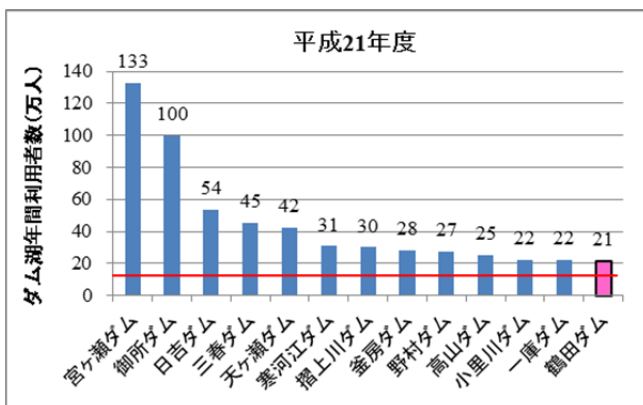


図-7 平成21年度におけるダム利用者数(上位13位)*

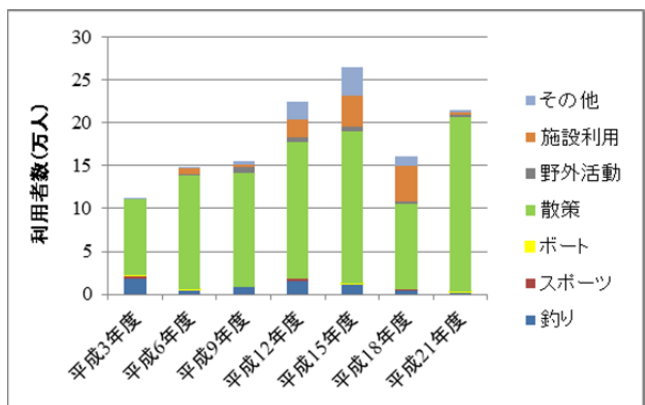


図-8 鶴田ダムにおけるダム利用の経年変化*

*平成21年ダム湖河川水辺の国勢調査結果 [ダム湖版] (ダム湖利用実態調査編) 記載データより作図

昇する有毒の気泡によって、生息魚数が減少しているとの指摘もなされており、ダム利用者を増やすためには、魚類の生息環境に着目した検討も必要になってくると考えられる。

さらに、本研究で現地調査を行うに際し、場所によっては、周辺からの異臭が確認されていたことから、ダム湖面が快適に釣りを楽しめる環境ではないことも原因として考えられる。この点についても、ダム利用者の意見を踏まえた上で、原因究明が必要になる可能性がある。なお、「大鶴湖の水環境に係る関係者会議」等において、地元のNPO法人に

よって、ダム流木の無料提供、ダム湖内での水耕栽培が実施されていること、さらに、現在ダム見学の一つの目玉となるように、植栽用のプランターの形状の工夫が検討されていることが紹介されている。地元の活性化のためには、このような、地道な活動が不可欠であることは言うまでもない。

4. 結論

本研究では、大鶴湖流域を対象に汚濁負荷の発生原単位モデルを構築し将来の汚濁負荷を推定するとともに、年毎の工事運用水位の相違から再開発事業終了後の水環境を推定することを当初の目的としていた。しかしながら、国土交通省により、長期的な水質変化を予測するための発生原単位モデルが既に構築されたことから、本研究では以下の2点に重点を置き検討を行い、所定の成果が得られた。

- 1) ダム再開発事業後は、夏季のダムの運用水位が低くなるため、ダム湖全体で発生する植物プランクトン量は抑制されると推察された。
- 2) 大鶴湖の利用者は、全国的に見ても、決して少なくない。特に、曾木の滝公園とダム湖上流域の一体化した空間が、散策に適している可能性が指摘された。また大鶴湖の利用をより促進するためには、魚類の生息環境、観光スポットとしての環境整備が必要である可能性を示唆した。

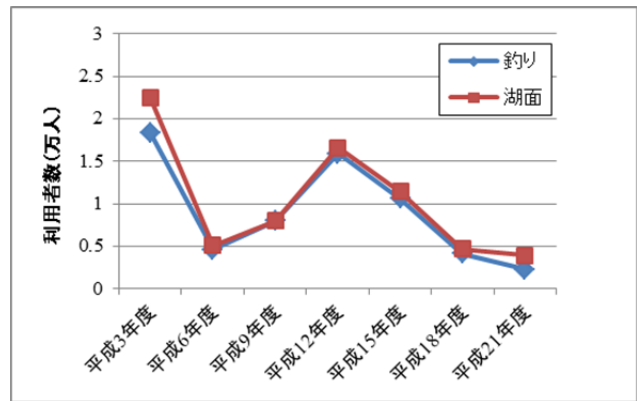


図-9 釣り・湖面利用の経年変化*

*平成21年ダム湖河川水辺の国勢調査結果〔ダム湖版〕
(ダム湖利用実態調査編)記載データより作図